

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 583 489**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **85 09045**

(51) Int Cl⁴ : F 16 H 5/22, 5/40, 3/78.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 14 juin 1985.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 51 du 19 décembre 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : **RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS.**
— FR.

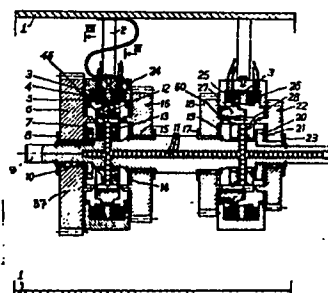
(72) Inventeur(s) : Jean-Paul Sibeud.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : J.A. Chassagnon, Régie national des
usines Renault.

(54) Dispositif électromagnétique de solidarisation d'un pignon avec son arbre dans une boîte de vitesses.

(57) Dispositif électromagnétique de solidarisation d'un pignon avec son arbre, notamment pour boîte de vitesses, comprenant un moyeu 13 solidaire de l'arbre 9, et un baladeur 12 solidaire en rotation par sa denture intérieure de la denture du moyeu 13 et coulissant sur ledit moyeu 13, le pignon comportant des crabots 37 qui reçoivent la denture intérieure du baladeur 12, caractérisé en ce qu'il comporte deux bobines d'excitation 4 et 24 entourant ledit baladeur 12 et disposées symétriquement de part et d'autre d'une armature 3 les deux bobines d'excitation 4 et 24 étant disposées à l'intérieur d'une carcasse circulaire solidaire du carter 1 de manière à canaliser le flux magnétique, la position de désengagement du baladeur 12 étant verrouillée par un système de blocage.



FR 2 583 489 - A1

DISPOSITIF ELECTROMAGNETIQUE DE SOLIDARISATION D'UN PIGNON
AVEC SON ARBRE DANS UNE BOÎTE DE VITESSES.

- 5 L'invention est relative à un dispositif électromagnétique de solidarisation d'un pignon avec son arbre par le déplacement et la détection de position du moyen d'engagement par rapport audit pignon. Ce dispositif s'applique notamment aux boîtes de vitesses de véhicules automobiles.
- 10 Dans les boîtes de vitesses classiques mécaniques, chaque crabot est manoeuvré par une fourchette montée sur une réglette coulissante. Des encoches sur la réglette permettent à un système de billes poussé par un ressort de définir précisément deux ou trois positions correspondant au
- 15 neutre ou à l'engagement d'un rapport ou de deux rapports de vitesses si le crabot est symétrique. Ainsi une réglette peut servir à la commande de un ou deux rapports. Dans les boîtes de vitesses à plusieurs rapports, il y a plusieurs réglettes possédant toutes une encoche correspondant à leur position neutre et située dans cet état. De plus il y a un système
- 20 qui permet le mouvement d'une réglette que si toutes les autres réglettes sont au point neutre. Un levier de commande permet de sélectionner une réglette, lorsqu'il est déplacé selon une direction, et d'engager ou de dégager un rapport lorsqu'il est déplacé dans une direction perpendiculaire à la direction de la sélection.
- 25 Ces dispositifs qui sont particulièrement adaptés pour la commande manuelle par un levier de la boîte de vitesses, le sont beaucoup moins lorsque l'on veut rendre cette boîte de vitesses automatique. Dans cette perspective, il est fréquent et très connu de remplacer l'action du levier par celle d'un vérin pneumatique ou hydraulique piloté par des
- 30 électrovannes. Ces dispositifs ont pour inconvénients de ne pas obtenir facilement la mise en contact avec une faible pression juste avant le synchronisme, et l'engagement rapide des crabots au synchronisme exact de ceux-ci. En effet, le grand nombre de pièces mises en mouvement pour obtenir le résultat recherché, les transvasements de fluide, les temps
- 35

de réponse des électrovalves, l'évolution des forces de frottement, et tous les autres paramètres qui dépendent de l'environnement sont des facteurs perturbateurs, que l'on ne peut pas parfaitement maîtriser.

5 De plus, l'usage d'énergie auxiliaire hydraulique pneumatique est un handicap pour le système, et une complication technologique de la réalisation conduisant à un accroissement de coût. Enfin la détection de position des crabots doit dans cette configuration être un dispositif
10 indépendant du dispositif de commande.

Le but de la présente invention est de proposer un dispositif électromagnétique de solidarisation d'un pignon avec son arbre, qui ait un encombrement équivalent à celui d'un synchroniseur classique, tout en
15 permettant l'engagement précis à la vitesse de synchronisation avec une grande force.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif électromagnétique de solidarisation d'un pignon avec son arbre comprend
20 un moyeu solidaire dudit arbre, un baladeur solidaire en rotation par sa denture intérieure de la denture dudit moyeu ; le pignon comportant des dents de crabots qui reçoivent la denture intérieure du baladeur. Le dispositif selon l'invention comporte également deux bobines d'excitation qui entourent le baladeur et qui sont disposées symétriquement de part et
25 d'autre d'une armature ; les deux bobines d'excitation étant disposées à l'intérieur d'une carcasse circulaire solidaire du carter de la boîte de vitesses, de manière à canaliser le flux magnétique. La position de désengagement du baladeur est verrouillée par un système de blocage.

30 Selon un mode de réalisation de l'invention, le pignon est monté sur une bague en bronze. Dans une variante, le pignon est monté sur des aiguilles, et dans ce cas le moyeu est en un matériau amagnétique.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le pignon est muni d'un
35 disque en bronze.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la carcasse circulaire est reliée au carter par un élément souple. Dans une variante, la carcasse circulaire est constituée par deux demi-carcasses.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, le système de blocage consiste en un ensemble de billes, qui coopèrent avec une cavité du baladeur.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comporte un système de limitation radiale et axiale des demi-carcasses au moyen de ses faces, qui coopèrent respectivement avec les faces des disques en bronze montées sur les pignons respectifs.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comporte un système de détection de position du baladeur, qui consiste en un circuit électrique de pilotage de la bobine d'excitation, comprenant un interrupteur électronique et une diode de barrage. Ce système de détection est associé à un calculateur.

20 Le dispositif électromagnétique de solidarisation d'un pignon avec son arbre selon l'invention, et qui est monté dans une boîte de vitesses, présente ainsi de nombreux avantages. Il permet d'amener tous les crabots en position neutre, c'est-à-dire de supprimer toutes commutations de rapports dans la boîte de vitesses afin d'obtenir la position dite de point mort. Le dispositif n'autorise la commutation d'un crabot, que si
25 tous les autres crabots sont en position neutre, afin de ne pas risquer l'engagement simultané de deux rapports de boîte de vitesses. Ce dispositif permet d'amener le crabot qui doit être enclenché, en contact avec une force de pression très faible tant que le synchronisme n'a pas
30 été atteint. Il assure un effort de crabotage important juste avant le synchronisme, et pendant la phase de pénétration des crabots. Il garantit un effort de maintien des crabots engagés pour éviter tous risques de dégagement intempestif. Enfin il fournit une information sur la position des différents crabots de la boîte de vitesses pour savoir s'ils sont
35

engagés ou s'ils sont en position neutre.

L'invention sera mieux comprise par l'étude d'un mode de réalisation particulier décrit à titre nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe longitudinale de l'ensemble de l'arbre de sortie d'une boîte de vitesses équipée du dispositif électromagnétique de solidarisation selon l'invention ;
- la figure 2 est une coupe longitudinale représentant la partie gauche de la figure 1, avec le dispositif de l'invention au point mort ;
- la figure 3 est une coupe longitudinale représentant la partie droite de la figure 1, avec le dispositif de l'invention en position engagée ;
- la figure 4 est une coupe longitudinale identique à la figure 2, avec le dispositif de l'invention au point mort et sollicité pour un engagement ;
- la figure 5 est une vue identique à la figure 3, avec le dispositif de l'invention en position engagée et sollicité vers le point mort ;
- la figure 6 est une vue suivant VI de la figure 1 ;
- la figure 7 est une vue suivant VII de la figure 1 ;
- la figure 8 représente le schéma d'un circuit de commande du dispositif de l'invention ;
- la figure 9 représente la courbe de variation de l'intensité en fonction du temps à la fermeture ;
- la figure 10 représente la courbe de variation de l'intensité en fonction du temps à l'ouverture ;

- la figure 11 représente la courbe de variation de l'intensité en fonction du temps avec des fermetures et des ouvertures qui se succèdent ;
- 5 - la figure 12 représente la courbe de variation de l'intensité en fonction du temps dans la position du point mort ;
- la figure 13 représente la courbe de variation de l'intensité et de la tension en fonction du temps en position engagé.

10 La figure 1 montre l'arbre de sortie 9 d'une boîte de vitesses à quatre rapports, dont l'arbre d'entrée et le train intermédiaire ne sont pas dessinés. Les pignons 6, 16, 18, et 22 engrènent avec ceux d'un train intermédiaire non représenté. Ces pignons peuvent être solidarisés avec
15 l'arbre de sortie 9 par des baladeurs 12 et 27, qui ont trois positions possibles. Le baladeur 12 peut solidariser l'arbre 9 avec le pignon 6, ou avec le pignon 16, ou bien le baladeur 12 peut être en position de point mort comme cela est représenté sur la figure 1. Le baladeur 27 peut solidariser l'arbre 9 avec le pignon 18, comme cela est représenté sur les
20 figures 1 et 3, ou bien il peut solidariser l'arbre 9 avec le pignon 22, ou bien encore il peut être en position neutre.

Le système de blocage des deux baladeurs 12 et 27 consiste en un ensemble de billes 11 qui se déplacent dans des canaux à l'intérieur de
25 l'arbre 9 et des moyeux 13 et 28, et qui coopèrent avec les cavités 46 et 60 disposés respectivement dans les baladeurs 12 et 27.

Les pignons 6, 16, 18, et 22 sont montés sur des bagues en bronze 10, 15, 17, et 20 qui assurent un découplage magnétique entre ces pignons et l'arbre de sortie 9. Dans une variante de réalisation, on peut remplacer
30 ces bagues en bronze par des roulements à aiguilles, et le découplage magnétique est obtenu en réalisant les moyeux 13 et 28 en acier amagnétique.

Des disques en bronze qui sont repérés 7, 14, 19, et 21 recouvrent les
35 faces respectives 29, 30, 31, et 32 des pignons respectifs 6, 16, 18, et

22 ; ces faces étant situées du côté du crabotage desdits pignons.

5 Ces disques en bronze 7, 14, 19, et 21 centrent et positionnent latéralement les demi carcasses-circulaires 5. Ce système de limitation radial et axial des demi-carcasses 5 est obtenu au moyen des faces 47 et 48 des demi carcasses circulaires 5, qui coopèrent respectivement avec des faces 49 et 51 d'une part, et des faces 50 et 52 d'autre part des disques en bronze 7 et 14. Il en est évidemment de même pour les pignons 18 et 22. De plus ces disques en bronze 7, 14, 19, et 21 10 constituent des bagues de court-circuit autour des dents de crabots 37, 53, 54, et 55 qui sont respectivement solidaires des pignons 6, 16, 18, et 22, de ce fait ils permettent la circulation de courant de court-circuit lorsque les dents de crabot sont le siège de variation de flux magnétique dans le temps. Le disque en bronze 7 est représenté sur la figure 7. 15

Les circuits magnétiques de commande sont constitués des deux demi carcasses circulaires 5, dont on voit un mode d'assemblage qui permettent leur montage, et qui est représenté sur la figure 6.

20 Les demi-carcasses circulaires 5 sont immobilisées en rotation par un élément souple 2, qui les relie au carter 1 de la boîte de vitesses, ce qui permet de ne pas imposer un effort important susceptible d'endommager les pièces de centrage et de blocage latéral qui sont constituées par les disques en bronze 7, 14, 19, et 21. A l'intérieur de ces demi-carcasses circulaires 5, sont disposées des bobines d'excitation 4, 24, 25 et 26. Les bobines 4 et 24 d'une part et les bobines 25 et 26 d'autre part sont disposées symétriquement de part et d'autre d'une armature magnétique 3. 25

30 Il est évident que lors du montage, les bobines 4, 24, 25, 26 et les armatures 3, ainsi que les demi-carcasses circulaires 5, doivent être introduite lors de l'empilage des pièces sur l'arbre de sortie 9.

35

Les fils d'alimentation 33, 34, 35, et 36 des bobines 4, 24, 25, et 26, sont guidés vers l'extérieur du carter 1, le long des pièces d'immobilisation 2.

5 Les pignons 6 et 22 sont immobilisés en translation au moyen de disques 8 et 23, qui coopèrent avec les bagues en bronze 10 et 20. Les pignons 16 et 18 sont immobilisés en translation au moyen des bagues en bronze 15 et 17, qui coopèrent avec les disques en bronze 14 et 19. Les moyeux 13 et 28 sont solidaires de l'arbre 9 au moyen de cannelures 43 et 56, et ils sont immobilisés en translation par rapport audit arbre 9. Chacun de ces moyeux 13 et 28 a une denture extérieure 42 et 57 qui s'engrènent avec la denture intérieure correspondante 38 et 59 des baladeurs 12 et 27.

15 Il faut remarquer que mise à part les particularités concernant le dispositif de l'invention, la boîte de vitesses est absolument classique. Ainsi l'invention s'applique à la commutation des rapports dans une boîte de vitesses dite à crabot sans synchroniseurs mécanique. La synchronisation préalable à la commutation est obtenue par des dispositifs 20 connus, qui agissent sur la vitesse de l'arbre d'entrée.

La figure 2 montre un baladeur 12 en position point mort, les bobines 4 et 24 sont alimentées et le baladeur 12 est centré sous l'armature 3 dont la forme est étudiée pour que le flux maximum embrassé soit obtenu lorsque le baladeur 12 est parfaitement centré. Dans ce cas 25 l'inductance de la bobine 4 et l'inductance de la bobine 24 sont maximales. Ceci permet comme nous le verrons de détecter la position point mort du baladeur. Si aucun rapport n'est engagé, toutes les bobines doivent être alimentées pour être sûr qu'aucun engagement fortuit ne 30 risque de se produire. Dès qu'un baladeur est engagé il n'est plus nécessaire de maintenir le courant dans les bobines de point mort parce que les billes 11 assurent un verrouillage efficace.

35

La figure 5 montre le passage d'une position engagée vers le point mort d'un baladeur 27.

5 La bobine 25 n'est plus alimentée, la bobine 26 est alimentée jusqu'à ce que le mouvement du baladeur 27 débute. Ceci est détecté par le fait que l'inductance de la bobine 26 est faible lorsque le baladeur 27 est engagé tel que représenté sur la figure 5. Lorsque le baladeur 27 se déplace, l'inductance de la bobine 26 augmente et il y a une force contre électromotrice induite dans ladite bobine, ceci réduit le courant absorbé. Un système de surveillance de ce courant permet de détecter 10 aisément le début de mouvement du crabot. La bobine 25 est alors alimentée dès le début du mouvement du crabot qui viendra se centrer dans la position point mort tel que représenté à la figure 2.

15 La probabilité d'engager le rapport opposé à celui que l'on veut dégager en dehors du synchronisme est très faible parce qu'une autre propriété de l'invention est de ne permettre l'engagement qu'au synchronisme. Ce point sera explicité plus loin.

20 Le crabot est, après son dégagement, maintenu en position point mort selon les dispositions présentées lors des explications relatives à la figure 2.

25 La figure 4 montre l'engagement d'un rapport à partir de la position point mort du crabot.

La bobine 4 est alimentée et produit un flux magnétique dont la trajectoire des lignes de force est représentée sur la figure 4. L'inductance de la bobine 4 est faible à cause des entrefers importants. Ceci provoque une intensité maximale dans cette bobine comme nous le 30 verrons plus loin. Le flux magnétique circule de l'inducteur 5 au pignon 6, traverse l'entrefer entre les dents de crabot du pignon 6 et la denture intérieure 38 du baladeur 12 et retourne à l'inducteur par l'armature 3 en entourant la bobine 4.

35

5 Ce flux ne doit pas pouvoir se refermer par d'autres voies, dans le cas de la figure 4 ceci est obtenu par les bagues bronze 10 et 15, le même résultat peut être obtenu en réalisant la pièce 13 en acier amagnétique. Ceci correspond au cas où les bagues bronze seraient remplacées par des roulements à aiguilles.

Les effets de ce flux magnétique sont :

10 - de plaquer l'inducteur 5 sur le disque en bronze 7, ceci réduit l'entrefer entre l'inducteur 5 et le pignon 6 ;

- d'attirer le baladeur 12 vers les dents de crabots repère 37 du pignon 6.

15 L'une des particularités de l'invention est que le défilement relatif des dents 38 du baladeur 12 en face des dents de crabot 37 du pignon 6 provoque dans ces dernières des variations de flux. Le disque en bronze 7 qui positionne radialement et latéralement l'inducteur 5 a aussi un autre rôle très important. Il ceinture chaque dent de crabot du pignon 6, (comme on peut le voir sur la figure 7 où l'on a imaginé en pointillé une circulation possible de courant de court circuit).

20 Lorsque le flux magnétique varie dans les dents de crabotage du pignon 6, des courants de courts circuits très intenses sont induits dans le disque 7 au niveau du pourtour des dents. Ces courants de courts circuits sont dus aux variations de flux dont la cause est la vitesse différentielle des pièces. Les courants de courts circuits vont s'opposer à leur cause en créant : un couple antagoniste dont les effets de synchronisation sont négligeables et sans intérêt et un contre flux de démagnétisation de l'entrefer. Ce contre flux réduit l'effort électromagnétique d'engagement du crabot d'une manière très importante si la vitesse différentielle est grande et devient nulle si les pièces sont au synchronisme. Cette propriété du système est très favorable à la réalisation d'un système de commande de crabotage de boîte de vitesses parce qu'il auto interdit toute fausse manoeuvre.

35

5 Lorsque la synchronisation est provoquée par des dispositifs extérieurs à la boîte de vitesses, il est possible d'établir le courant d'excitation de la bobine d'engagement d'un rapport bien avant d'avoir obtenu le synchronisme puisque l'on est assuré que le crabotage ne se produira que lorsque le synchronisme sera atteint.

10 Dans la période de présynchronisme avec présence du courant dans la bobine d'engagement, les dents des crabots seront en contact mais sans effort susceptible de générer des détériorations ou des chocs bruyants. Au moment du synchronisme le début d'engagement peut être instantané du fait que pour l'obtenir, un déplacement minime du baladeur 12 est suffisant.

15 La figure 3 montre la phase d'engagement à fond des dents du crabot.

20 Le baladeur 27 représenté engagé, le flux magnétique induit par la bobine 25 ferme son circuit par l'inducteur 5 le baladeur 12, l'armature 3. L'inductance de la bobine 25 est maximale du fait de la réduction des entrefers. Cela implique comme nous le verrons un faible courant de maintien dans la bobine 25.

25 On note que les trajectoires des lignes de forces sont plus courtes et ne traversent plus le pignon craboté. Ainsi les efforts exercés dans la phase de présynchronisation sur le disque en bronze 7, ont disparu et avec eux les risques d'usure ou de grippage.

Les formes des pièces polaires de l'inducteur 5 baladeur 12, l'armature 3 sont données à titre d'exemple.

30 Détection de position de crabots.

Cette détection est obtenue à partir des variations de l'inductance des bobines d'excitation des inducteurs de commande.

35

En effet, la position des crabots modifie considérablement le flux embrassé par ces bobines et donc leur inductance.

5 Pour détecter ces variations d'inductance et aussi pour adapter convenablement et automatiquement l'intensité d'excitation des bobines à la phase d'opération en cours, les bobines sont alimentées en courant continu haché selon un cycle choisi pour obtenir les effets cités.

10 La figure 8 montre le circuit électrique de pilotage d'une bobine d'excitation 4 de commande du baladeur 12. La bobine 4 est représentée par sa résistance R et son inductance L. Ce circuit électrique de pilotage comprend un interrupteur électronique 44, et il est alimenté par une batterie 45, afin d'obtenir dans le circuit soit une tension TF, quand
15 le circuit est fermé, soit une tension nulle To, quand le circuit est ouvert.

La diode de barrage 39 permet, lors de la coupure du courant I, d'éviter une forte surtension et de permettre la décroissance du courant I dans la bobine 4 selon une fonction exponentielle voisine de celle de
20 l'établissement du courant.

La figure 9 montre l'établissement du courant I dans la bobine 4.

25 La figure 10 montre la décroissance du courant I dans la bobine 4 fermée sur la diode de barrage 39 lorsque la tension d'alimentation est coupée.

La figure 11 montre la forme d'onde du courant I dans la bobine 4 en
30 fonctionnement normal.

La figure 12 montre le courant I dans une bobine 4 lorsque baladeur 12 est en position (figure 4). On constate que le courant moyen est élevé. Ceci est un avantage recherché pour obtenir un effort important bien que les entrefers soient grands. C'est en vue d'obtenir cet avantage et de
35 pouvoir détecter la position du baladeur 12 par la valeur du courant

moyen qu'a été conçu le dispositif électrique des figures 8, 9, 10 et 11.

5 La figure 13 montre le courant dans la bobine 4 lorsque le baladeur 12 est engagé (figure 5). L'inductance de la bobine 4 est alors maximale et le courant moyen d'excitation est alors réduit. Cet effet est aussi avantageux parce que les faibles entrefers de cette configuration permettent d'obtenir une force suffisante de maintien du crabot avec un courant moyen réduit ne produisant pas d'échauffement important.

10 Il est à noter que les dispositions électriques des figures 8, 9, 10 et 11 permettent d'auto adapter le courant d'excitation des bobines à la phase d'action en cours et aussi de déterminer la position des crabots.

15 Enfin une surveillance constante du courant dans les bobines permet de détecter une diminution passagère de l'intensité due à une force contre électromotrice induite dans une bobine par le mouvement d'un crabot. Ceci permet en phase de dégagement d'un rapport, de détecter l'obtention du dégagement du crabot et d'enclencher la suite du processus telle que précédemment décrite.

20

L'ensemble des dispositions énoncées est assuré par la surveillance par un calculateur des courants de pilotage des bobines d'excitation des actionneurs des baladeurs 12 et 27.

25

30

35

REVENDEICATIONS

- 5 1. Dispositif électromagnétique de solidarisation d'un pignon avec son arbre, notamment pour boîte de vitesses, comprenant un moyeu (13) solidaire de l'arbre (9), et un baladeur (12) solidaire en rotation par sa denture intérieure (38) de la denture (42) du moyeu (13) et coulissant sur ledit moyeu (13), le pignon comportant des dents de crabot (37) qui reçoivent la denture intérieure (38) du baladeur (12), caractérisé en ce qu'il comporte deux bobines d'excitation (4) et (24) entourant ledit baladeur (12) et disposées symétriquement de part et d'autre d'une armature (3), les deux bobines d'excitation (4) et (24) étant disposées à l'intérieur d'une carcasse circulaire solidaire du carter (1) de manière à canaliser le flux magnétique, la position de désengagement du baladeur (12) étant verrouillée par un système de blocage.
- 10 2. Dispositif électromagnétique de solidarisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le pignon (6, 16, 18, 22) est monté sur une bague en bronze (10, 15, 17, 20).
- 20 3. Dispositif électromagnétique de solidarisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le pignon (6, 16, 18, 22) est monté sur des aiguilles, le moyeu (13, 28) étant en un matériau amagnétique.
- 25 4. Dispositif électromagnétique de solidarisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le pignon (6, 16, 18, 22) est muni d'un disque en bronze (7, 14, 19, 21).
- 30 5. Dispositif électromagnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la carcasse circulaire est reliée au carter (1) par un élément souple (2).
- 35 6. Dispositif électromagnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la carcasse circulaire est constituée par deux demi-carcasses (5).

7. Dispositif électromagnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système de blocage consiste en un ensemble de billes (11) qui coopèrent avec une cavité (46) du baladeur (12).

5 8. Dispositif électromagnétique selon les revendications 1, 4 et 6, caractérisé en ce qu'il comporte un système de limitation radiale et axiale des demi-carasses (5) au moyen de ses faces (47) et (48), qui
10 coopèrent respectivement avec les faces (49, 51) et (50, 52) des disques en bronze (7) et (14).

9. Dispositif électromagnétique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un système de détection de position du
15 baladeur, qui consiste en un circuit électrique de pilotage de la bobine d'excitation (4, 24) comprenant un interrupteur électronique (44) et une diode de barrage (39) ledit système de détection étant associé à un calculateur.

20

25

30

35

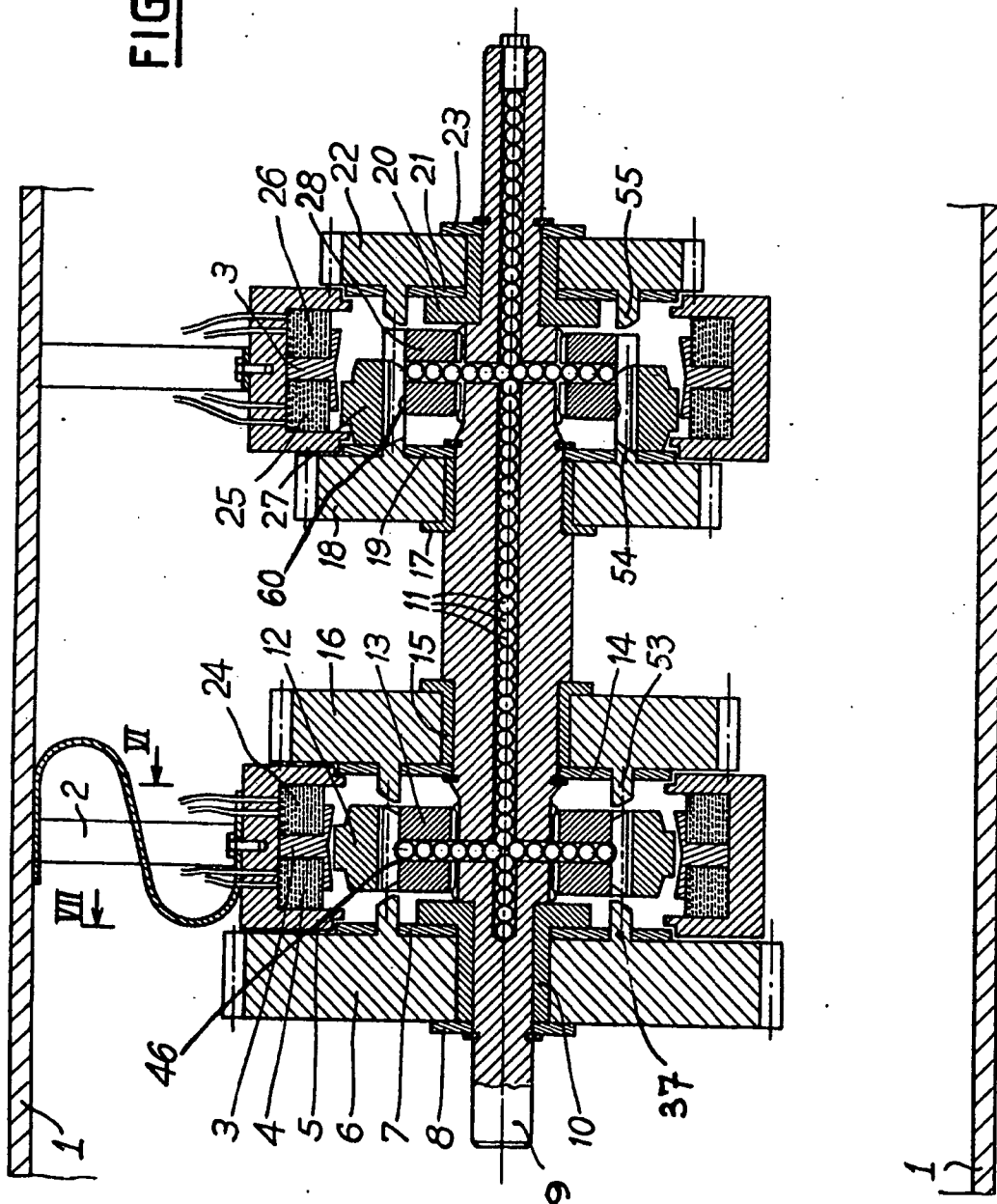
FIG. 1

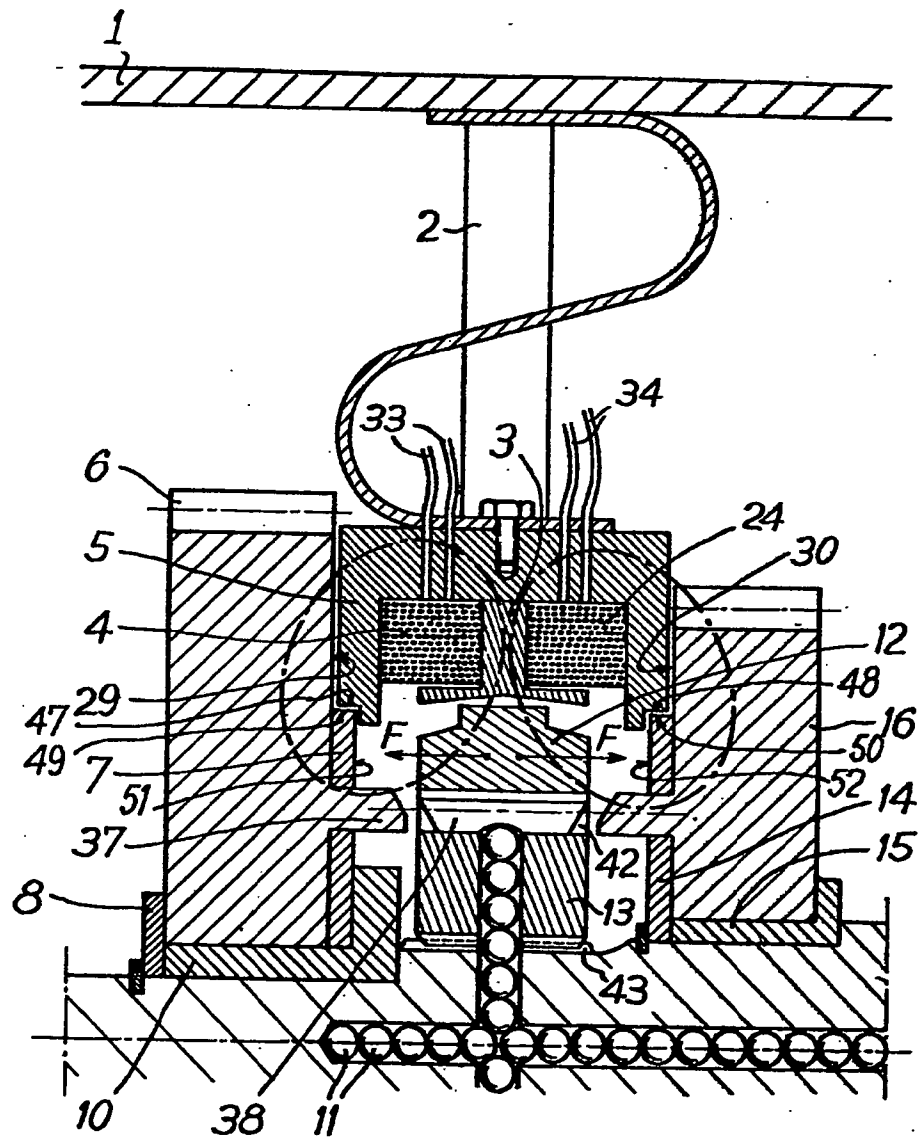
FIG. 2

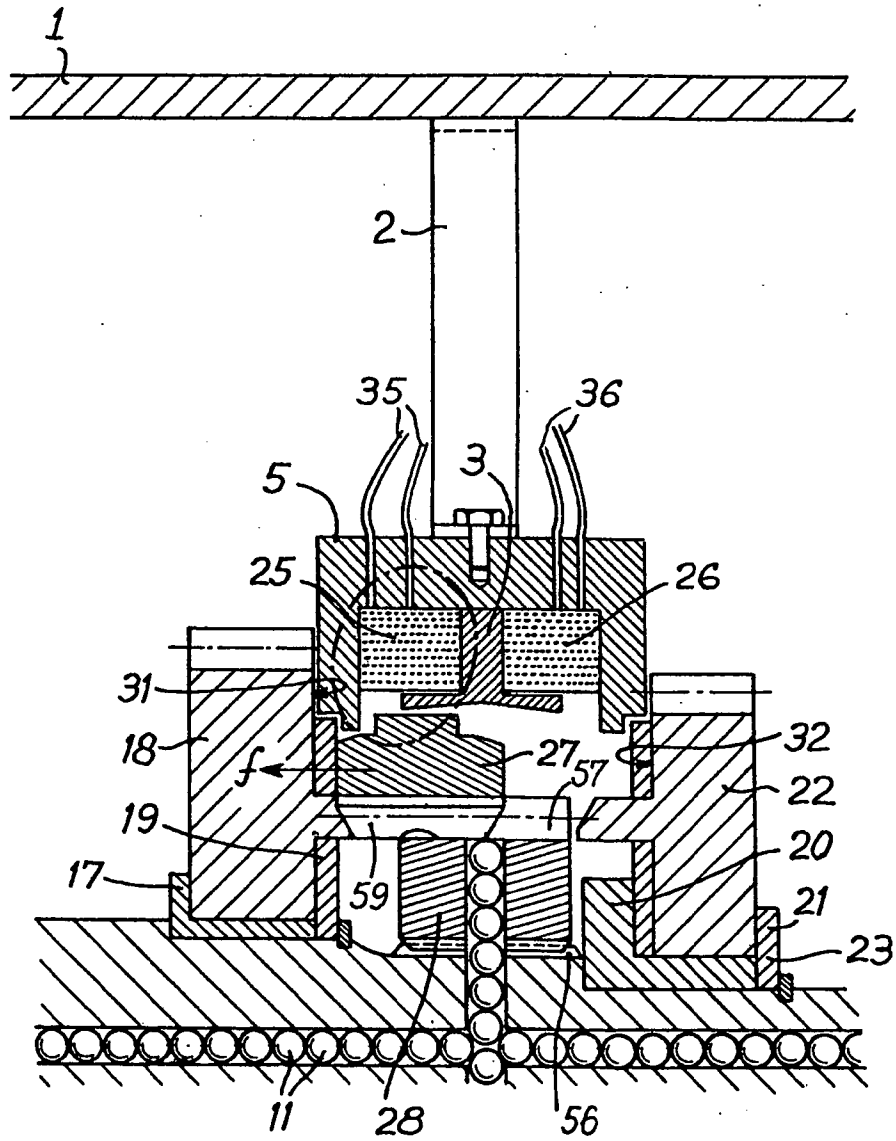
FIG. 3

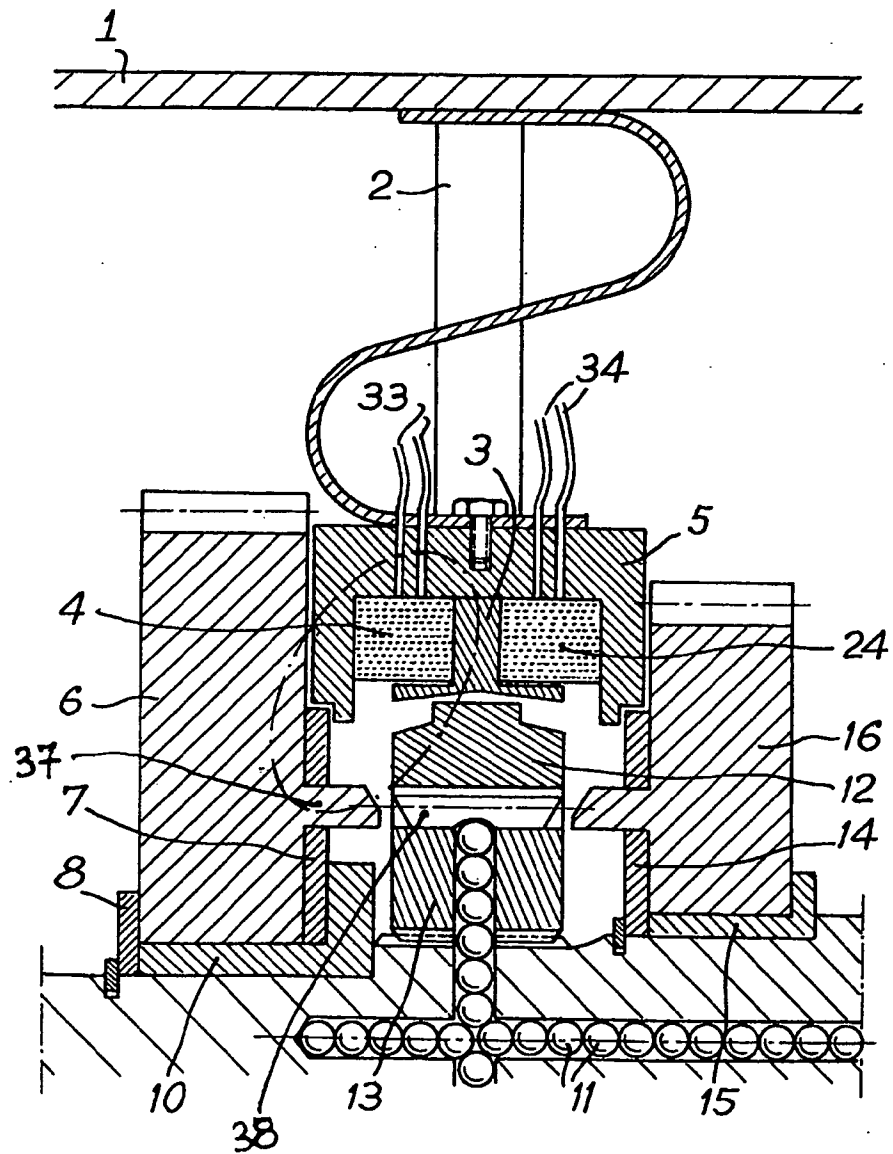
FIG. 4

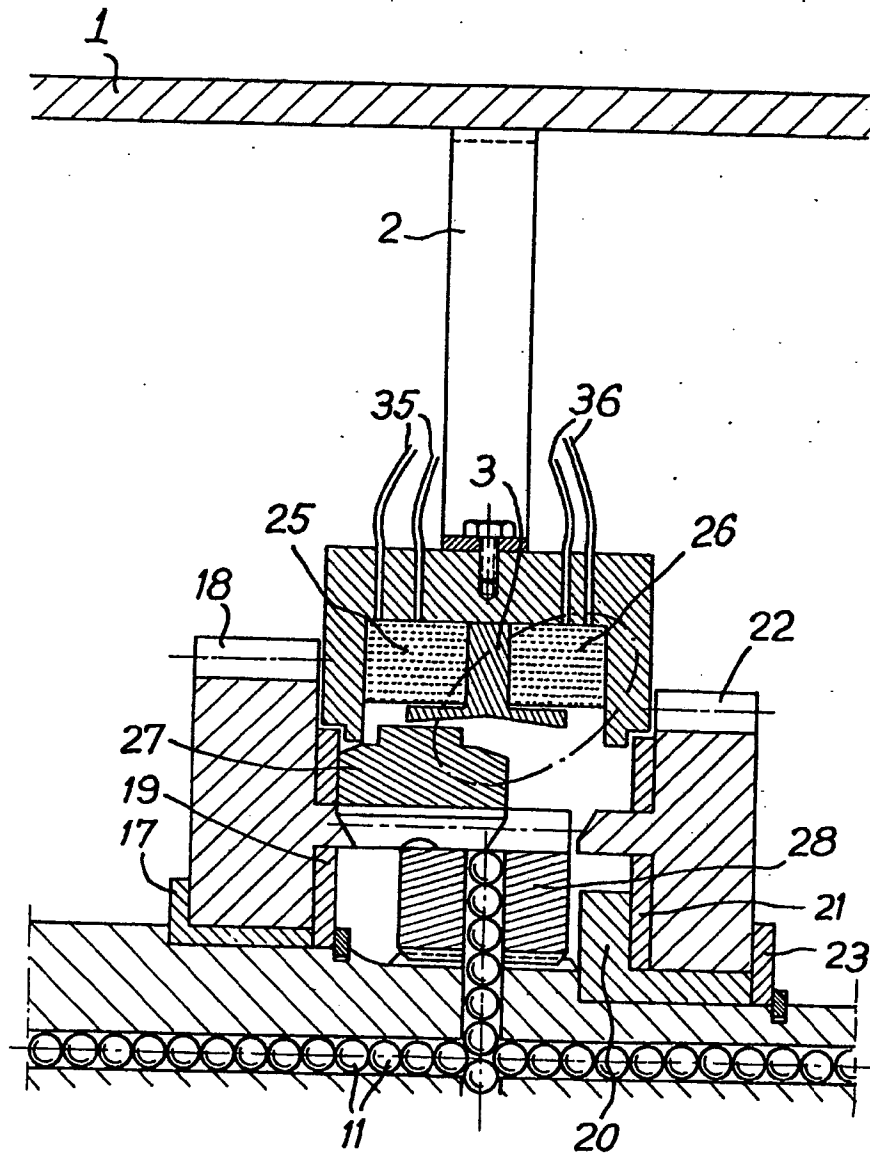
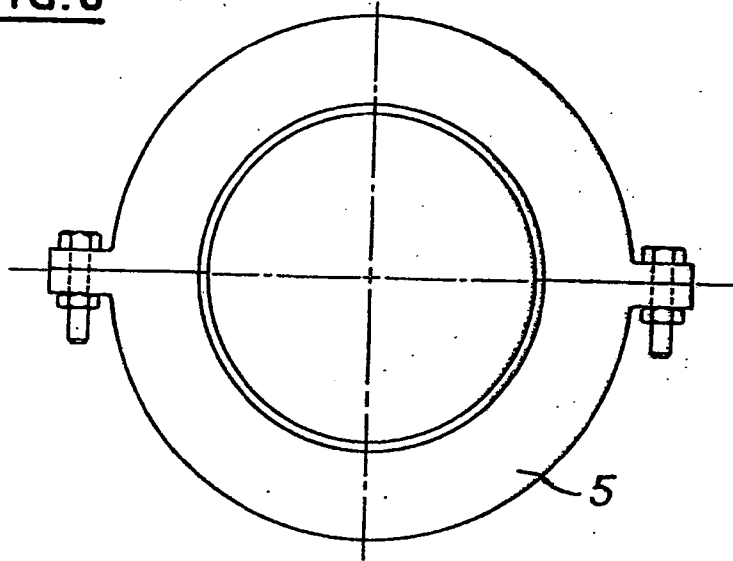
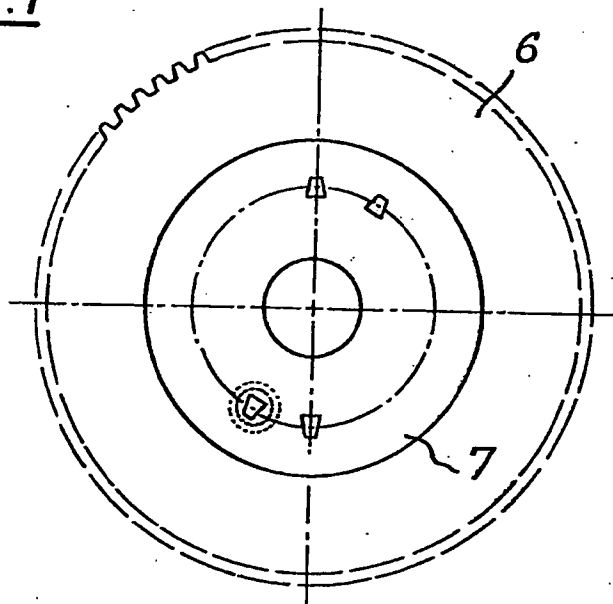
FIG. 5

FIG. 6FIG. 7

7/8

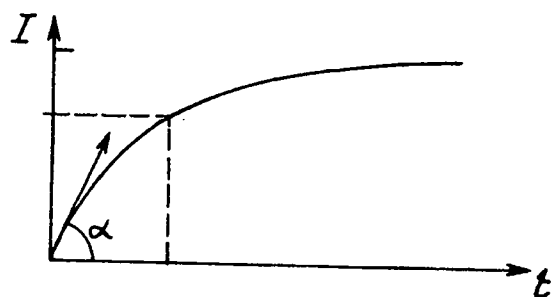
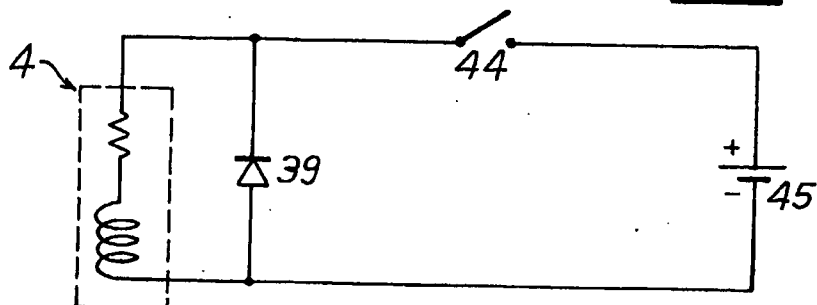
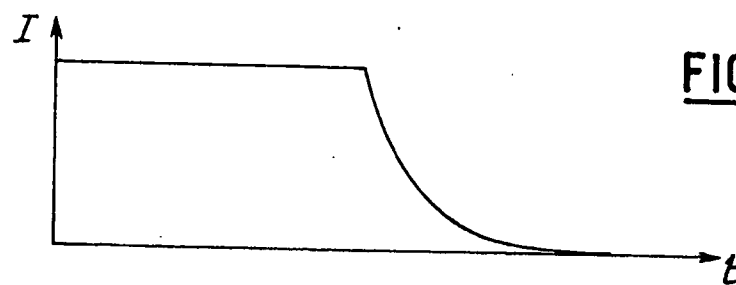
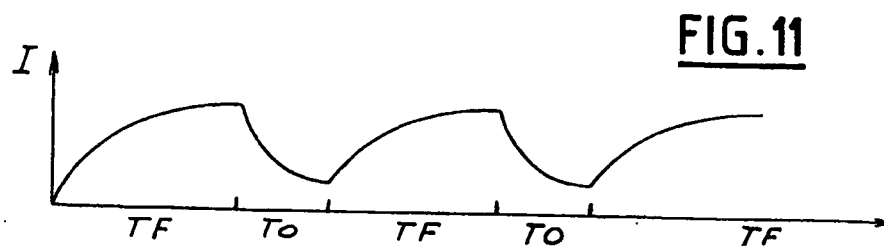
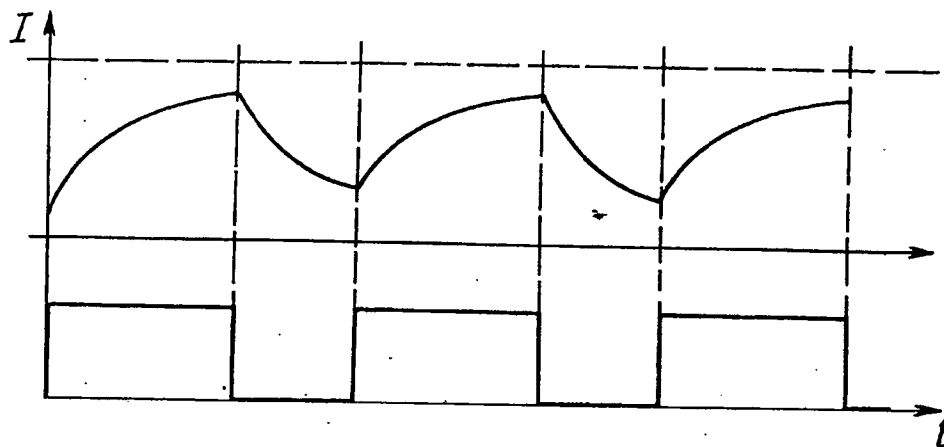
FIG. 8**FIG. 9****FIG. 10****FIG. 11**

FIG.12FIG.13